



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap
Område Hortikultur

Användbara analysmetoder vid vinframställning

- En litteraturstudie för kartläggning av analysmetoderna och hur vinets kvalitet kan styras utifrån analysernas resultat.

Useful methods of analysis during processing of wine

- A literary study to survey the methods of analysis, and how the quality of the wine can be controlled according to their results.

Julia Lindén



Kandidatarbete i biologi, 15hp
Hortonomprogrammet
Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU
Alnarp, 2012

Användbara analysmetoder vid vinframställning

- En litteraturstudie för kartläggning av analysmetoderna och hur vinets kvalitet kan styras utifrån analysernas resultat.

Julia Lindén

SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Område Hortikultur

Handledare: Lotta Nordmark, SLU, Hortikultur och Karl-Erik Gustavsson, SLU, Hortikultur

Examinator: Marie Olsson, SLU, Hortikultur

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i biologi

Kurskod: EX 0493

Program/utbildning: Hortonomprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2012

Omslagsbild: Lotta Nordmark

Serienamn: Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Vinframställning, analysmetoder, vinkvalitet, vin, vindruvor, vinmust, alkohol, socker, syra, fenoler, pH

Förord

Detta är ett kandidatarbete på 15 högskolepoäng inom Hortonomprogrammet vid Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp. Jag vill tacka mina handledare Lotta Nordmark och Karl-Erik Gustavsson som har hjälpt och uppmuntrat mig under arbetes gång. Jag vill också tacka Andrea Knippenberg som har hjälpt mig med vinframställningen och analyserna.

Alnarp, Maj 2012

Julia Lindén

Sammanfattning

Traditionen av vinodling och vinframställning är förhållandevis i Sverige, i jämförelse med andra delar av världen. Syftet med detta kandidatarbete är att med hjälp av en litteraturstudie kartlägga tillgängliga analysmetoder på råvara vid vinframställning och beskriva vad mätvärdena ger svar på, med fokus på vindruvor odlade i kyligare klimat så som i Sverige.

Utifrån litteraturstudien innefattar arbetet även beskrivning av vinframställning och de olika kemiska beståndsdelarna i råvaran (vindruvor), vinmust och vin så som alkohol, socker, syra och fenoler.

Som del av arbetet jästes must pressad från grekiska bordsdruvor och mätningar för °Brix, titrerbar syra och pH utfördes för att se hur värdena förändrades under jäsningens gång. Något välsmakande vin framställdes inte, men tillräckligt för att kunna genomföra några av analysmetoderna.

Förståelse för analysmetoderna och dess resultat underlättar processen vid vinframställningen oerhört och blir betydelsefullt för att kunna producera ett välsmakande vin. Vissa av analysmetoderna är mer avancerade och kräver både mycket goda kunskaper i kemi och laboratoriearbete. Men det finns även enklare analysmetoder vilka ger svar på viktiga kvalitetskriterier och med en vinmakares erfarenhet kan dessa utnyttjas med tillförlit.

Abstract

The tradition of growing and producing wine is young in Sweden compared to other parts of the world. The purpose of this bachelor thesis was to with a literary study survey the available methods of analysis on the grapes and grape must during wine fermentation and to describe what the measurements answer, with a focus on vine cultivars grown in Sweden.

The literary study also includes a description of wine processing and the chemical components of the grapes, wine must and wine such as alcohol, sugars, acids and phenolics.

As a part of the essay, grape must from Greek table grapes was fermented and measurements for °Brix, titratable acidity and pH were conducted, to see how the results changed during the fermentation. A pleasant wine was not produced however, but to try some of the analyzing methods it was sufficient.

Understanding of the methods of analysis and their results will ease the wine producing greatly and is very significant in order to create a palatable wine. Some of the methods are more advanced and will require very good knowledge of chemistry and laboratory work. Although also the simpler methods can answer important quality criteria with the experience of a winemaker they can be utilized to his or hers advantage.

Innehållsförteckning

1. Introduktion	8
1.2 Vinodling och vinframställning i Sverige och världen	8
2. Litteraturstudie	11
2.1 Vindruvans kvalitet	11
2.2 Vinframställning.....	13
2.2.1 Omvandling av socker till alkohol	14
2.2.2 Maceration.....	15
2.2.3 Övervakning av jäsningsprocessen	16
2.3 Alkohol.....	16
2.3.1 Hur etanol påverkar vinet.....	17
2.4 Socker.....	18
2.4.1 Chaptalisering.....	19
2.5 Syra.....	20
2.5.1 Flyktiga och icke-flyktiga syror	20
2.5.2 Syrors inverkan på smak och färg i vin.....	21
2.5.3 Olika analysmetoder i Europa och USA	21
2.6 pH	22
2.7 Fenoler.....	22
2.7.1 Fenoler interagerar med varandra	24
2.7.2 Fenoler i vita viner	25
2.8 Malolaktisk fermentation	25
2.9 Analysmetoder	26
2.9.1 Analys av alkoholhalt med hydrometer	26
2.9.2 Bestämning av alkoholhalt med ebulliometer	26
2.9.3 Analys av alkoholhalt med gaskromatografi.....	26
2.9.4 Analys av alkoholhalt med NIR (Near Infrared Spectrometry)	26

2.9.5 Analys av socker med hydrometer	26
2.9.6 Analys av socker med refraktometer	27
2.9.7 Enzymatisk analys för socker, alkohol och syra	28
2.9.8 Analys av restsocker.....	28
2.9.9 Analys av titrerbara syror och pH	29
2.9.10 HPLC-analys av syror, alkohol och fenoler	30
2.9.11 Analys av flyktiga syror	30
2.9.12 pH-mätning.....	31
2.9.13 Analys av totalfenoler med spektrofotometri	31
3. Praktiska försök; jämförelse av några analysmetoder	32
3.1 Material	32
3.2 Metod	32
3.3 Resultat.....	33
4. Diskussion	36
5. Slutsats	39
6. Referenser.....	40
7. Bilagor	42
7.1 Möjliga attribut hos druvor som kan bedömas	42
7.2 Möjliga attribut hos druvor som kan bestämmas med fysisk eller kemisk analys	42

1. Introduktion

Vinframställning och produktion av råvaran, vinduvor, kräver olika kunskaper och erfarenheter. Vinodlaren och råvaruproducenten, behöver ha kunskap i kombination med erfarenhet om växtplatsen, växtmaterialet och klimatet. Vinmakaren behöver stor kunskap och erfarenhet av processerna som sker under vinframställningen. Att vara vinodlare och vinmakare är två vitt skilda begrepp, som vinmakare kan man komma långt genom att smaka sig fram, men vissa grundläggande kemikunskaper är nödvändiga för att förstå sig på processen vinframställning och kunna analysera vindruvorna, vinmusten och vinet för att skapa en välsmakande produkt (Gundersen et al. 2010).

Ett grundläggande verktyg inom vintillverkning är de analysmetoderna men i vissa fall kan de erhållna resultaten variera beroende på analysproceduren (Darias-Martin et al., 2003).

Enligt Iland et al. (2004a) bör sensoriska analyser genomföras vid flera tillfällen under vintillverkningsprocessen för att upptäcka brister och bedöma att karaktären hos vinet följer den eftersträlvade vinstilen. För att få en bättre uppfattning om de sensoriska kvaliteterna hos druvorna, musten och vinet kan det vara klokt att låta mer än en person bedöma dem.

Detta arbete består av en inledande litteraturstudie för att kartlägga och jämföra olika analysmetoder som finns tillgängliga, samt hur några ämnen som vin består av förändras och utvecklas under vinframställningen. Utifrån litteraturstudien har några analyser genomförts på ett antal olika vinmuster, samt under jäsning av vinmust och sammanställts. Frågeställningen i arbetet är vad olika analysmetoders mätvärden ger svar på och om hur vinets kvalitet kan styras utifrån dessa analyser. Tanken är att arbetet ska fungera som en sammanställning av tillgängliga analysmetoder för druvor, must och vin för en nybörjare inom vinframställning.

1.2 Vinodling och vinframställning i Sverige och världen

Vinodling och vinframställning är områden som präglats av starka traditioner. EU-länderna står för cirka hälften av världens vinodlingsarealer (Hansson, 2006) och har den längsta traditionen av vinodling och vinframställning. Vinproduktion i västra Europa karaktäriseras av metoder som etablerats under en lång period och där förändringarna varit små, samtidigt som odlingsområdena är oförändrade. Teknikerna för vinodling och -framställning har under århundraden fulländats efter ”trial and error” och anpassats till särskilda platser (Banks et al.

2010). Dessa gamla och starka traditioner kan också ses som hinder för ny experimentering och kvalitetsförbättring (Banks et al., 2010).

I andra delar av världen där vinproduktionen är yngre uppmuntras experimentering och utveckling utifrån nya forsknings- och försöksresultat, till exempel som i Nordamerika, Sydafrika, Chile, Australia, Argentina och Nya Zeeland. Vinindustrin i dessa länder har därmed expanderat fort, dess kvalitet har förbättrats märkbart och de är starkt etablerade på världens vinmarknad. Men kritiker menar också att sådant storskaligt och industriellt sätt att producera har lett till att mystiken kring vinodling och vinframställning har gått förlorat (Banks et al. 2010).

Till vilken del av vinvärlden kommer Sverige, som idag håller på att utveckla sin tradition att tillhöra? Kanske en småskalig odling med inriktning på kvalitet och främjande av experimentering och nytänkande.

Odling av vindruvor är en flerårig kultur och en vinstock kan bli över 100 år gammal, om den sköts på rätt sätt. Ibland tas stockarna upp då de är 25-30 år gamla eftersom de nått sitt kvantitativa produktionsstopp, men kvaliteten kan också öka med åldern. Vanligtvis används druvorna till vin först efter femte året då de första druvorna är små, syrliga och karaktärlösa (Torstenson et al 2009).

Schuster et al. (1981) och Gundersen et al. (2010) anser att odlare oftast väljer att ha raderna av vinrankor i nord-sydlig riktning, gärna på en sluttning, för att båda sidorna ska få tillräckligt med solljus och att mognaden ska ske ungefär samtidigt. Torstenson et al. (2009) anser att i svalare klimat kan öst-västlig riktning vara vanligare för att försäkra sig om mesta möjliga sol. Men även i svalare klimat så som i Sverige planteras vinrankorna i nord-sydlig riktning då det beror mycket på de lokala förutsättningarna så som topografin, vattendrag, vindar och andra lokala företeelser (Torstenson et al. 2009, Schuster et al 1981). Planteras stockarna i nord-sydlig riktning på en sluttning skulle det kunna hjälpa mot frostproblem eftersom kylan letar sig nedåt och värmen går uppåt och bevaras bättre mellan raderna (Gundersen et al. 2010).

Torstenson et al. (2009) menar att det finns kloner av vindruvor, men det finns också kloner av deras rötter. Alltså måste både lämplig druva och rot väljas ut vid plantering. För vinodling i kallare klimat bör en klon som utvecklas sent på våren väljas ut, för att undvika frostsador. Druvsorten måste passa syftet, jorden och klimatet. Roten är mer eller mindre hög- eller

lågavkastande och för ett lagringsvin bör en lågavkastande rot med utvecklingspotential väljas och för ett vin med lägre produktionskostnad bör en högavkastande rot väljas.



Bild 1. Alnarps vinodling. Foto: Lotta Nordmark

Det är nödvändigt att binda upp vinrankorna för att stödja dem. I odling växer rankorna utan konkurrens från andra växter vilket kan leda till överdriven tillväxt (Schuster et al. 1981). Vid planteringen formas vinrankorna till önskad form och sedan beskärs de varje år (Torstenson et al. 2009) både på hösten och våren för att koncentrera energin och uppnå högsta möjliga kvalitet (Hansson, 2006).

Balansen mellan socker och syra i druvorna är betydelsefull och styrs av olika klimatfaktorer. I ett varmt klimat med många soltimmar mognar druvorna snabbt, får en hög sockerhalt och en låg syrahalt. Tvärtom är det för områden med färre soltimmar där syrahalten blir tillräckligt hög men sockerinnehållet i druvorna kan bli för lågt och tillräcklig alkoholhalt kan inte uppnås (Hansson, 2006). Vikten av att kunna kontrollera halterna i druvorna, druvmusten och vinet blir därför oerhört viktigt för att kunna producera ett tillfredställande vin.

2. Litteraturstudie

2.1 Vindruvans kvalitet

De stora komponenterna i olika delar av druvor är (Iland et al., 2004a):

Skalet – socker-, syra-, arom- och fenolkomponenter

Fruktköttet – socker-, syra- och aromkomponenter

Kärnorna – fenolkomponenter så som katekiner och tanniner

Då druvornas fysiska, kemiska och sensoriska egenskaper analyseras i samband med skörd ges en antydning om vad för sorts vin som kan produceras och ger därmed vinmakaren vägledning om vilken tid som är mest lämplig för skörd (Iland et al., 2004a). Vid mognaden av druvor bildas mer socker och syrahalten sjunker. Det är balansen mellan sockret och syran som avgör skördetillfället (Torstenson et al. 2009).

Faktorer så som förändring av jordmån, beskärning, druvans exponering och utseende kan leda till variationer i mätvärden. Variationen kan vara mellan vinrankor, klasar eller druvor, men den främsta variationen är mellan rankorna.

Insamlingen av material bör ske på ett kostnadseffektivt och praktiskt sätt. Iland et al. (2004a) föreslår ett generellt tillvägagångssätt där en klase tas från 40 stycken slumpvis utvalda platser på odlingen eller där två klasar tas från 20 stycken slumpvis utvalda platser. Att ta bara druvor istället för hela klasar tar längre tid men slösar inte på druvorna. Är det täta klasar kan analyser av druvor istället för klasar vara missvisande eftersom det oftast är de yttersta druvorna som plockas och deras kemiska sammansättning kan skilja sig avsevärt från de innersta druvorna. Men är det få klasar per ranka kan en oönskad gallring ske och även då ges missvisande resultat (Iland et al., 2004a).



Bild 2. Foto: Lotta Nordmark

Baserat på dessa analyser görs en bedömning hur lämpliga druvorna är för vinstilen i åtanke och en passande tid för skörd kan fastställas (Iland et al., 2004 a).

Om bestämning av druvornas färg för mörka druvor anser Iland et al. (2004a) att det är bäst att mäta skalets färg med hjälp av analyser, så som NIR (near-infrared spectroscopy) eller UV-VIS (ultraviolet-visible spectroscopy) spektrometri, då koncentrationen antocyaner i skalet bestäms. För lätta eller medium rödfärgade viner från druvor som till exempel Pinot Noir varierar värden från cirka 0,4 till 1,4 mg antocyaner per gram druvvikt. För sorter som ger medium till intensivt färgade viner, så som Shiraz och Cabernet Sauvignon har värden från 0,5 till 2,4 mg per gram druvvikt. Ett intensivt färgat vin kan fås då värdet är över 1,7 mg per gram druvvikt (Iland et al., 2004 a).

Att använda sig av en serie mätningar av egenskaper ger en bättre överblick än att bara förlita sig på en mätning av endast en egenskap. Viktigaste attributen att undersöka på druvorna är vikt, °Brix för druvmusten, färg, intensiteten hos en specifik aromförnimmelse för den särskilda druvan, smak och smakkvalitet, samt mätningar över förändringar på skördeplatsen. Först mäts °Brix för att se hur långt mognadsprocessen är framskriden och därmed uppskatta ett ungefärligt datum för skörd. Övriga analyser genomförs två till tre gånger innan skörd. Med början en vecka innan skörd, ett par dagar innan och på skördedagen enligt Iland et al. (2004a). Mätningar kan göras både i vinodlingen och på laboratorium. Fördelar med att göra mätningarna i laboratorier är att temperaturer kan standardiseras, kemiska analyser kan

utföras, analyser kan upprepas om det finns tveksamheter och druvor kan processas för att ge en must eller macerat (Iland et al., 2004a).

Bedömning av vinstockarnas egenskaper så som tillväxthastighet för skott, skottlängd, skottperiderm utveckling, exponering av blad, exponering av klasar och vikten på material som beskrivs i förhållande till avkastningen bör också inkluderas (Iland et al., 2004 a).

2.2 Vinframställning

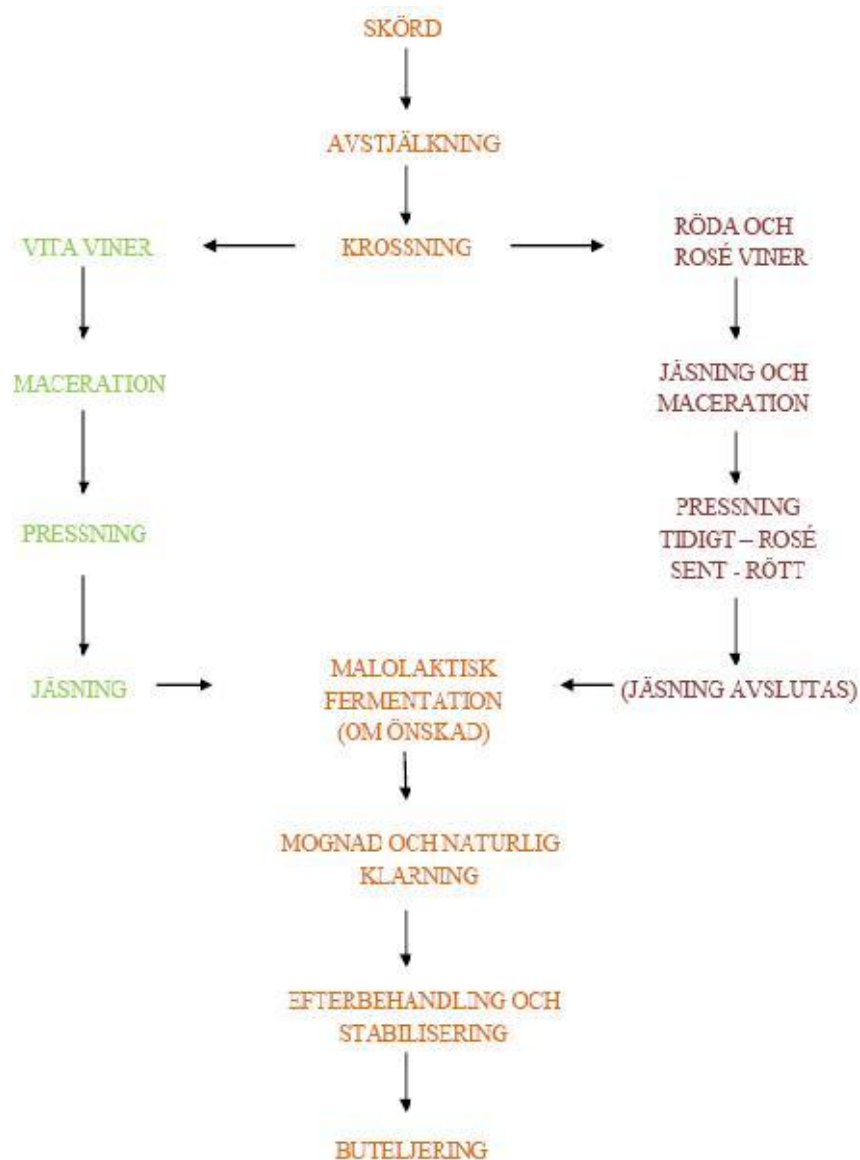


Bild 3. Vinframställning av Julia Lindén med förebild Jackson (2008).

Under jäsningen och under åldrandet går vinkomponenter igenom strukturella förändringar som har inflytande på strävhet och färg hos vinet (Anli et al., 2006) . Sockret i druvjuicen

omvandlas efter tillsatts av jästsvamp, vanligtvis *Saccharomyces cerevisiae*, till alkohol, koldioxid och värme (Jackson et al., 2008). Vinets kvalitet och egenskaper påverkas av hur effektiva jästsvamparna är under alkoholjäsningen och jästsvamparnas beteende beror på hur många livskraftiga celler som finns i kulturen och vitaliteten av kulturen vid inokulering och under jäsningen (Iland et al., 2004a). De aromer som upplevs i vinet av konsumenten bildas framförallt vid alkoholjäsningen och vilka aromer det blir beror på hur druvorna odlats, skördats, jäst och macererats (Jackson, 2008).

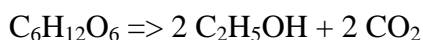
Enligt Schuster et al. (1981) jäsas röda viner vanligtvis i öppna kärl bland annat på grund av att oxidering inte blir ett så stort problem och eftersom skalen flyter upp till ytan blir det lättare att röra om i musten. Men i början och mot slutet av jäsningen rekommenderas kärl med lock för att undvika kontaminering. Om inte ”locket av skal” bryts kan ett lager av koldioxid bildas och skilja musten från skalen och därmed förhindra urlakningen av färg. Skalen kan också stänga inne luft och mikroorganismer som kan förstöra vinet.



Bild 4. Foto: Julia Lindén

2.2.1 Omvandling av socker till alkohol

Reaktionsformeln från socker till alkohol:



Förhållandet ger att 180 g jäsbart socker bör ge 92 g etanol, vilket är 51,5% av sockervikten enligt Margalit (2004) och Zoecklein et al (1997). Men cirka 5 % av sockret går till att producera biprodukter så som glycerol, bärnstenssyra, mjölksyra, 2,3-butandiol, ättiksyra med

flera. Ytterligare 2,5 % konsumeras av jästen som en källa för kol och ungefär 0,5 % blir över som restsocker. Totalt är det alltså 8 % socker som inte omvandlas till alkohol (Margalit, 2004). Efter beräkningar av Margalit (2004) blir förhållandet att 1,75 °Brix => 1 % (v/v) alkohol. Vilket kan ställas om ($1/1,75=0,57$) och följande formel för potentiell alkoholhalt från en druvmust ges:

$$\% \text{ potentiell alkoholhalt (v/v)} = 0,57 \cdot ^\circ\text{Brix}$$

2.2.2 Maceration

I druvornas skal sitter största delen av arom- och färgämnen. Vid vinframställning kan det utnyttjas genom att krossade eller hela druvor macereras (blötläggs) i musten under jäsningen (Gundersen et al. 2010).

Maceration sker främst med röda viner för att dra ut aromer och färger från kärnor, skal och fruktkött (Gundersen et al. 2010). Men även vita viner kan macereras fast då främst för att utvinna aromämnen. En misslyckad maceration kan leda till ett vitt vin med gräsig doft (Torstenson et al. 2009).

Enligt Jackson (2008) macereras druvmust ämnat för rött vin för att urlaka färg och tanniner. Korta macerationer (< 24 timmar) ger vanligtvis ett rosévin och för röda viner så gäller desto längre maceration desto högre koncentration av tanniner med högre molekylvikt. Vilket kan vara både positivt och negativt beroende på vad för sorts vin som eftersträvas. Ett rött vin som ska konsumeras relativt snart kan pressas efter 3-5 dagars maceration och ändå få en bra färgstabilitet då tillräckligt många tanniner hinner extraheras, men de sträva tanninerna från kärnorna undviks. Vid förlängd maceration sjunker innehållet av fria antocyaner, men färgstabiliteten förstärks då polymerisering med procyanidiner bildas. Fast även oönskade smakämnen kan följa med förlängd maceration.

I kallare klimat är det enligt Schuster et al. (1981) vanligt att röda viner macereras under hela jäsningen och då är det viktigt att pressa vinet direkt när jäsningen är över för att undvika försämring av vinet.



Bild 5. Pressning av druvor, Alnarp mars 2012. Foto: Julia Lindén

2.2.3 Övervakning av jäsningsprocessen

Olika faktorer påverkar jäsningshastighet så som druvmustsammansättningen, antal jästsvampar, deras livskraft och vitalitet, temperatur och vilken sorts fermenteringskärl som används. Övervakning av jäsningshastigheten görs vanligtvis genom uträkning av mustens densitetsförändring. En etanollösning har lägre densitet än en sockerlösning och eftersom socker sjunker och etanol ökar under jäsningen sjunker därmed densiteten av musten (Zoecklein et al., 1997) (Iland et al., 2004a). Iland et al (2004a) ställer upp densiteten mot tiden för att sedan räkna lutningen på kurvan och på så sätt få jäsningshastigheten.

Negativa densitetsvärden för °Brix visar att jäsningen är i slutskedet (Iland et al. 2004a). Eftersom jästsvampar föredrar glukos är fruktoshalten högre än glukoshalten mot slutet. De exakta glukos- och fruktoskoncentrationerna analyseras antingen genom enzymatisk eller genom HPLC analys, vilket är viktigt och ger en noggrann mätning över restsocker (glukos och fruktos som ej fermenterats). Koncentrationen för restsocker bör vid avslutandet av jäsningen vara <2,0 g/L (Iland et al., 2004a).

2.3 Alkohol

Noga övervakning av alkoholhalten är viktigt under vinframställningsprocessen om den är inriktad mot en särskild vinstil, likaväl som vid utformningen av blandningar för buteljering

(Zoecklein et al. 1997). Etanol är den viktigaste alkoholen i vin och den utvinns främst från jäsningsen, men små mängder produceras även i druvornas celler under macerationen. Sockerinnehåll, jäsningsstemperatur och jästart är de faktorer som i första hand är förutsättningar till etanolproduktionen. Etanol kan ackumuleras upp till 14-15% under standardjäsningsförhållanden, men högre halter kan uppnås genom extra tillsatts av socker under jäsningsen (Jackson, 2008). Etanolhalten är avgörande för vinets stabilitet, åldrande och sensoriska egenskaper och den ökande alkoholhalten begränsar den tilltagande tillväxten av mikroorganismer. Jästsvampen *S. cerevisiae* är relativt okänslig för högre alkoholhalter (de flesta arter inhiberas då alkoholhalten når 14-15% (Zoecklein et al. 1997)) vilket ger förutsättningar för *S. cerevisiae* att oftast dominera under jäsningsen. Kombinerat med vinets surhetsgrad tillåter etanolens hämmande effekten vinet att förbli stabilt under flera år vid frånvaro av syre (Jackson, 2008).

2.3.1 Hur etanol påverkar vinet

Etanol påverkar den metaboliska aktiviteten hos jästsvampar. Därmed också de typer och mängder av aromatiska komponenter som bildas. Ytterligare tillsätter etanol sin egen utmärkande doft och fungerar som en väsentlig reaktant vid bildningen av viktiga flyktiga komponenter enligt Jackson (2008). Vid urlakning av pigment och tanniner från druvorna fungerar etanol som ett lösningsmedel och hjälper även till att lösa upp flyktiga komponenter som produceras under jäsningsen och lagring på ekfat. Förmodligen är det den upplösande effekten av alkohol som förhindrar aromkomponenter att försvinna med koldioxid (CO₂) under jäsningsen enligt Jackson (2008).

Etanol har flera effekter på munkänsla och smak hos vin (Jackson, 2008, Lante et al. 2004). Fylligheten hos vin bestäms av etanol samtidigt som det påverkar vinets smak (Lante et al., 2004, Zoecklein et al. 1997). Sötman förbättras direkt genom etanolens egna söta smak och uppfattningen av syrlighet förändras indirekt. Viner med hög syra verkar mindre sura och mer balanserade. Även bitterhet kan öka av etanol, medan tanniner och därmed strävheten kan minska (Jackson, 2008).

Enligt Zoecklein et al. (1997) har röda viner ofta lägre alkoholhalt än vita viner från must med samma sockerinnehåll, främst på grund av att jäsningsen av must för röda viner sker vid högre temperaturer för att främja färgurlakningen.



Bild 6. Druvmust på jäsning. Foto: Andrea Knippenberg

2.4 Socker

De huvudsakliga sockerarterna i vindruvor är glukos och fruktos. De finns oftast i ungefär lika proportioner i mogna druvor, medan övermogna druvor ofta har högre halt av fruktos.

Klimatförhållanden under vegetationsperioden kan påverka halten glukos och fruktos. Studier har visat att förhållandet var lägre under varmare säsonger medan det under kyligare säsonger ökade (Zoecklein et al. 1997), därmed borde andelen glukos vara högre i kallare i förhållande till varmare klimat. Sockerinnehållet i druvor varierar beroende på sort, mognadsgrad och friskhet hos frukten (Jackson, 2008).

Trots att det är möjligt att tillsätta socker till musten för att höja alkoholhalten i vinet är den naturliga sockerhalten ett mycket viktigt mått på kvaliteten. Med ökad sockerhalt vid mognaden av druvorna stiger även andra beståndsdelar som också är viktiga för kvaliteten, vilket inte sker vid sockertillsatts i efterhand (Torstenson et al., 2009).

I Nordamerika mäts sockerinnehållet (total soluble solids) i °Brix, i Europa används oftast Öechsle eller Baumé (Jackson, 2008). Att analysera glukos- och fruktoshalten hjälper till att bestämma torrheten eller hur pass bra vinet kommer att jäsa (Zoecklein et al., 1997).

Vindruvors sockerinnehåll är kritiskt för jästsvampars tillväxt och metabolism.

Saccharomyces cerevisiae utviner mesta delen av sin metaboliska energi från glukos och fruktos och har svårt för att fermentera andra substanser. Det glukos och fruktos som ej jäses kallas restsocker. Vid avslutandet av jäsningen är en precis kemisk analys av restsocker

nödvändig då de sockerarterna även vid små mängder kan påverka vinets mikrobiologiska stabilitet (Jackson, 2008).

2.4.1 Chaptalisering

För att åstadkomma en högre alkoholstyrka i färdigt vin kan socker tillsättas musten före eller under jäsningen, vilket kallas för chaptalisering. En minimikvantitet av naturligt socker krävs emellertid alltid i druvorna. För att kunna producera högkvalitetsviner är chaptalisering i flera områden, så som Bordeaux och Bourgogne, nödvändigt då vinstocken inte kan producera de sockermängder som krävs i druvorna. Högre alkoholstyrka kan uppnås med chaptalisering men det krävs mycket mer för att uppnå balans, aromrikedom och behagfullhet (Torstenson et al., 2009). I de flesta områden eller länder med varmt klimat är chaptalisering förbjudet, men det är oftast tillåtet i områden där det kalla klimatet hindrar druvorna att mogna till fullo (Jackson, 2008). Musten bör justeras till 80-100 °Öchsle innan jäsning enligt Gundersen et al. (2010) vilket motsvarar 19,2-23,6 °Brix (Torstenson et al. 2009) och borde leda till en alkoholhalt på 11-14% i det färdiga vinet (Gundersen et al. 2010).

De jäsbara sockerarterna (glukos och fruktos) mäts bäst med enzymatisk eller HPLC analys (Iland et al., 2004b). Då jästsvamparna föredrar glukos framför fruktos är halten fruktos mot slutet av jäsningen oftast högre. Fruktos är nästa nog två gånger sötare än glukos och därför kan vin som sötats med druvkoncentrat eller *muté* (must som ej jäses och används som sötningsmedel) upplevas mindre sött än vin med samma analytiska koncentration av restsocker (Zoecklein et al. 1997).

Genom att mäta sockermängden (total soluble solids) ges en indikation på druvornas mognadsgrad och potentiell alkoholhalt i det färdiga vinet. Jäsningsprocessen kan därmed övervakas. Resultaten används också för att överväga chaptalisering och amelioration (tillsats av socker och/eller vatten till must eller vin) (Zoecklein et al. 1997).

Sockermängden kan uttryckas i °Brix, °Baumé, °Balling eller °Öchsle. °Brix och °Balling värden uttrycker koncentrationen sackaros i g/100g lösning (Zoecklein et al., 1997). För varje 1,75 °Brix bildas 1 % alkohol (Margalit, 2004). °Öchsle värden baseras vätskans densitet minus 1,0 multiplicerat med 1000 (Iland et al., 2004b). Baumé är ungefär den potentiella alkoholhalten som bildas (i ml/100ml vin) av jäsningen, alltså om en must har 12 Baumé kommer det att resultera i 12 % alkohol (Margalit, 2004).

Enligt Iland et al. (2004a) bör °Brix-värdet som eftersträvas i druvmusten bestämmas efter vilken alkoholkoncentration som önskas, vilken jästsvamp som ska användas och metoden för vinframställningen.

2.5 Syra

Vinodling i kallare klimat kan vid skörd ge druvor med höga syrakoncentrationer, vilket leder till ett lågt pH-värde och högre värde på titrerbara syror (TA) i druvmusten. En mer effektiv jäsning och en bättre syrabalans i det slutliga vinet kan ges genom höjning av pH och sänkning av TA innan jäsningen startas (Iland et al., 2004a).

Det finns två källor för syror i vin, de syror som bildas i druvorna så som vin-, äppel- och citronsyra och de som bildas via vinjäsningen så som mjölk-, bärnstens-, ättiksyra med flera (Margalit, 2004).

Att mäta den exakta syrafördelningen mellan vin och äppelsyra nära skörden är användbart, men som småskalig vinodlare kan det vara krångligt och då kan man enligt Gundersen et al. (2010) använda sig av tumregeln att druvor med för högt syrainnehåll på 15g/L innehåller 2/3 äppelsyra det vill säga 10g äppelsyra och 5g vinsyra.

Vin- och äppelsyra utvecklas på olika sätt vid mognaden av druvorna. Koncentrationen vinsyra sjunker i början (Winkler et al., 1997) och förändras sedan mycket lite medan äppelsyran gradvis och genomgående sjunker med druvans mognadsgrad, och i varmare klimat kan den försvinna helt. Vinsyran har alltid högre koncentration vid full mognad (Margalit, 2004, Gundersen et al. 2010, Schuster et al. 1981). Gundersen et al. (2010) anser att druvor odlade i Danmark innehåller vid mognad cirka 3-10 g/L äppelsyra och 5-6 g/L vinsyra och tillsammans 8-16 g/L totalsyra.

2.5.1 Flyktiga och icke-flyktiga syror

Enligt Jackson (2008) kan syrorna i vin delas in i två kategorier, flyktiga och icke-flyktiga. Totalsyra är en kombination av de båda. Den vanligaste flyktiga syran är ättiksyra, men även myr-, smör- och propionsyra kan förekomma. Trots att dessa syror vanligtvis finns i vin är det först i mikrobiologiskt förstörda viner som de förekommer i nivåer som kan upptäckas. Vanligtvis mäts bara nivån av ättiksyra vid undersökning av innehållet av flyktiga syror, eftersom det är den som förekommer i högst halt (Jackson 2008). För att upptäcka

begynnelsen till förstörelse av vin är det viktigt att övervaka förändringar i flyktiga syror (Iland et al., 2004b).

Alla organiska syror som inte faller under kategorin flyktiga hör till de icke-flyktiga och kvantitativt kontrollerar de vinets pH. I druvor står vin- och äppelsyra för 90 % av de icke-flyktiga syrorna och även i vin dominerar de syrasammansättningen. Beroende på klimatförhållande och druvornas mognadsgrad varierar den icke-flyktiga syrligheten från 2 g/L till 5 g/L (Jackson et al., 2008).

2.5.2 Syrors inverkan på smak och färg i vin

Totalsyran påverkas lite av jäsningen men den höjer dess kemiska mångfald (Jackson 2008). Enligt Lante et al. (2004) är syror nästintill lika viktiga som alkoholer för vinets karaktär, eftersom de inte bara ger en uppfriskande smak, men också förändrar uppfattningen av andra intryck hos vinets smak och munkänsla. Vid malolaktisk fermentation ersätts äppelsyran av mjölksyran med mjukare smak (Jackson, 2008).

Syrorna medverkar till att vinet bibehåller ett lågt pH, vilket hos röda viner är avgörande för färgstabiliteten. Efterhand som pH stiger övergår antocyanernas röda färg till antocyanföreningar med mer blåaktiga färgskalor. Syrligheten påverkar också joniseringen av de fenoliska komponenterna. Vin med högt pH ($\geq 3,9$) är således väldigt mottagliga för oxidation och förlust av dess unga röda färg (Jackson, 2008). I mycket bra viner ska halten vinsyra inte vara för hög eftersom för hög koncentration bidrar till stränghet och strävhet i smaken (Lante et al., 2004). Enligt Zoecklein et al. (1997) varierar druvors koncentration av vinsyra mellan 2,0g/L till 10g/L beroende på regionen, sort, mognadsgrad, jord och odlingsförhållanden.

2.5.3 Olika analysmetoder i Europa och USA

I Europa enligt Office International de la Vigne et du Vin (OIV) används en metod för bestämning av titrerbara syror (TA) och i USA enligt Association of Official Analytical Chemists (AOAC) används en annan. Totalsyra definieras som summan av titrerbara syror upp till då ekvivalenspunkten infinner sig vid pH 7,0 från medeltillsatts av natriumhydroxid (NaOH) av OIV. Då inkluderas ej kolsyra (CO) eller svaveldioxid (SO₂) i uttrycket totalsyra. AOAC har istället ekvivalenspunkten pH 8,2. Vanligtvis uttrycks totalsyra i gram vinsyra per liter. Totalsyra innebär koncentrationen organiska syror i druvan eller vinet och ska inte

blandas ihop det med TA (titrerbara syror) som är ett mått på vätejoner som konsumeras vid titrering med en standardbas till en slutpunkt (Margalit, 2004, Darias-Martin et al., 2003, Zoecklein et al., 1997). TA-värdet är alltid lägre än totalsyran (Darias-Martin et al., 2003). Samma studie rekommenderar AOAC-metoden då den rekommenderar att använda endast 10 ml vin istället för 50 ml (OIV metoden), men i övrigt hittades inga signifikanta skillnader på metoderna (Darias-Martin et al., 2003).

2.6 pH

Låga pH-värden i vin är att föredra då det ger vinet dess friska smak, förbättrar den mikrobiologiska stabiliteten, den malolaktiska fermentationen blir lättare att styra, reducerar brunfärgning, minskar behovet av svaveldioxid (SO₂) och ökar produktionen av fruktestrar (Jackson, 2008).

Vanligtvis har röda viner högre pH-värde än vita. Om druvmustens pH-värde är över 3,4 bör det sänkas innan jäsning för att positivt influera processen och undvika större justeringar efteråt, i synnerhet för vita viner (Jackson, 2008). Torstenson et al. (2009) och Gundersen et al. (2010) anser att normala pH-värden för vitt vin är 3,1 - 3,5 och för rött vin 3,3 - 3,8. pH-värdet visar mustens surhetsgrad men de olika syrorna är olika sura.

Vinsyra är en starkare syra än äppelsyra, alltså har justering av koncentrationen vinsyra större inverkan på pH-värdet än en motsvarande förändring av koncentrationen äppelsyra (Jackson, 2008). Vindruvor med högre titrerbar syra på grund av vinsyran ger ett lägre pH (Winkler et al., 1997).

2.7 Fenoler

Polyfenoler är en mycket viktig del av röda viner. Eftersom de bestämmer vinets färg, smak, fyllighet och strukturella egenskaper är de högst ansvariga för vinets kvalitet (Budić-Leto et al., 2008). Fenoliska komponenter, som främst dras ut från druvornas skal och kärnor, kan delas in i monomererna (strukturer med en molekyl) epikatekiner och katekiner, och deras oligomerer (strukturer bestående av upp till fyra molekyler) och polymerer (strukturer med mer än fyra molekyler) som kallas för antingen kondenserade tanniner eller proantocyanidiner (Iland et al., 2004b, Robichaud et al., 1990, Brossaud et al., 2001). En typisk fördelning av fenoler i ett rött vin kan vara 55 % tanniner, 21 % flavonoider, 14 % icke flavonoider och 10 % antocyaner (Margalit, 2004).

Enligt Torstenson et al. (2009) är svala nätter eller temperaturväxlingar mellan dag och natt bra för druvornas balans och dess utveckling av aromer och tanniner. Fysiologiskt förklaras det med att plantan transpirerar mindre, då aromer försvinner med transpiration. Även tannin kan tillsättas vin precis som socker och syra. Enligt Torstenson et al. (2009) kan specialgjort tannin, som inte påverkar smaken men balanserar färgen, tillsättas.

Röda viners karaktär och kvalitet beror först och främst på den stora och komplexa gruppen fenoler. Även i vita viner är de viktiga, men där finns de i mycket lägre koncentrationer. Vinets utseende, smak, munkänsla, doft och antimikrobiella egenskaper kan påverkas av fenoler. De största fenolgrupperna som hittas i vin är flavonoider (flavonoler, katekiner och antocyaner) och icke-flavonoider (kaffesyra, gallsyra, med flera) med enklare struktur (Darias-Martin et al., 2003, Zoecklein et al., 1997). I röda viner utvinns flavonoider främst från skalet och kärnorna under macerationen. Druvmusten har oftast ett lågt flavonoidinnehåll, men det finns sorter som kan innehålla höga koncentrationer. Det är vakuolerna i celler precis under epidermis som innehåller nästintill alla antocyanpigment (Anli et al., 2006).

Totalfenolers fördelning i druvorna är cirka 65 % i kärnorna, 30 % finns i skalen och 4-5 % i druvmusten. I druvmusten förekommer främst icke-flavonoider, medan i skalet förekommer främst flavonoider och polymerer (Margalit, 2004).



Bild 7. Foto: Lotta Nordmark

2.7.1 Fenoler interagerar med varandra

De olika monomerena, oligomerena och polymerena kan bete sig på flera sätt. Antocyaner och katekiner kan förbli fria i sin monomera form medan andra metaboliskt bildar tanniner med andra oligomerer och polymerer. Dessa tanniner kan ha röda eller gulbruna färgskalor. Endast tanniner som förenas med antocyanmolekyler till tanninstrukturen blir rödfärgade (Iland et al., 2004b).

Enligt Iland et al. (2004b) kan antocyaner brytas ner, absorberas till jästbottensatsen eller kombineras med oligomerer och polymerer under jäsningen, mognaden och åldrandet av vinet. I unga viner är det antocyaner och tanniner som står för den röda färgen. Med tiden sjunker antocyankoncentrationen och det blir främst tanninerna som uttrycker den röda färgen (Iland et al., 2004b).

Iland et al. (2004b) summerar de komponenter som bidrar till den röda färgen i vin:

- De icke förenade fria antocyanerna
- Oligomerer
- Tanniner (i komplex med antocyaner)

Antocyaner förekommer i druvor som glykosider, det vill säga flavonoidkomponenten är bunden till socker, vilket gör fria antocyaner mer stabila. Den röda färgen kommer bland annat från de antocyaner som är flavyliumjoner och ett lågt pH-värde ökar koncentrationen av de jonerna och förstärker därmed den röda färgen (Jackson, 2008, Kontoudakis et al., 2011). Även temperatur, fritt svaveldioxid (SO_2) och syretillgång påverkar reaktiviteten hos fenoliska komponenter (Kontoudakis et al., 2011). Fritt SO_2 kan bilda komplex med antocyaner vilket kan resultera i blekning av den röda färgen. Oligomerer och tanniner är jämfört med fria antocyaner mindre känsliga för pH och SO_2 (Iland et al., 2004b).

Den slutliga kompositionen av polyfenoler i vin beror på polyfenolinnehållet i druvorna, extraktionsparametrar, vinproduktionsmetoder och dessutom kemiska reaktioner som sker vid vinets åldrande. Redan innan alkoholjäsningen börjar, sker flera kondensationsreaktioner med antocyaner, katekiner och procyanidiner, vilket resulterar i formandet av nya polymeriska pigment (Anli et al., 2006). Procyanidiner är en grupp inom proantocyanidiner (eller kondenserade tanniner) vilka är de vilka spelar stor roll för fyllighet, bitterhet och strävhet (Kontoudakis et al., 2011).

2.7.2 Fenoler i vita viner

Vid tillverkning av vita viner är det enligt Margalit (2004) tillåtet med 0 till 24 timmars maceration på skalen, men jäsning tillsammans med skal och kärnor sker aldrig. Således kommer fenoler i vita viner främst från fruktköttet där icke-flavonoider är dominerande. Huvudkomponenter för fenoler i vita viner är kanelsyror och gallsyror (Margalit, 2004).

2.8 Malolaktisk fermentation

Efter att *S. cerevisiae* har avslutat alkoholjäsningen kan mjölksyrabakterien *Oenococcus oeni* tillsättas för att få en malolaktisk fermentation (Jackson et al., 2008). Malolaktisk fermentation kan också ske naturligt, men vanligtvis inokuleras mjölksyrabakterier (Margalit, 2004). De huvudsakliga effekterna av malolaktisk fermentation är att pH-värdet höjs och den upplevda syrligheten sänks. Äppelsyran (dikarboxylisk) ersätts av mjölksyran (monokarboxylisk), som har en mjukare smak (Jackson 2008).

Mot slutet av fermentationen har största delen av sockret omvandlats och vinet upplevs som torrt (Jackson, 2008, Torstensson et al., 2009). Vinets alkoholstyrka, surhetsgrad, temperatur och tillsats av svavel påverkar den malolaktiska fermentationen. Omvandlingen av äppelsyra till mjölksyra fördröjs vid högre alkoholstyrkor (Torstenson et al. 2009). pH bör ligga inom 3,0 – 3,4 vid starten av den malolaktiska fermentationen (Gundersen et al. 2010). För mycket svavel kan blockera fermentationen helt. En temperatur runt 20°C, men inte lägre än 18°C, är nödvändigt för att omvandlingen ska sätta igång. Sedan kan processen fortsätta svalare (Torstenson et al. 2009).

För rött vin som odlats i kallare klimat anses malolaktisk fermentation därför vara positivt. Det har visat sig att i viner där malolaktisk fermentation inte uppstått spontant har tillsatsen haft en positiv effekt, medan i viner där det uppstått spontant har varit oönskat då det kan göra vinet platt och mikrobiologiskt instabilt (Jackson et al., 2008). Lonvaud-Funel (1999) menar att aromer som uppkommit med alkoholjäsningen kan försvinna eller förändras med den malolaktiska fermentationen. För många röda och vita viner där fruktigheten från vindruvan inte är viktig kan därför malolaktisk fermentation vara gynnsam. Sådana viner med mer komplex smak lagras ofta på fat och behöver även lagras på flaska för att blir fulländade. I motsats till dessa utmärks vissa ljusa röda och vita viner av aromer från druven vars livligheter falnar med malolaktisk fermentation.

2.9 Analyismetoder

2.9.1 Analys av alkoholhalt med hydrometer

Alkoholen separeras från vinet genom destillering och densiteten hos destillatet kan bestämmas med hjälp av en alkoholhydrometer vid 20°C. Det föreslås som ett sätt att mäta alkoholhalten av Iland et al. (2004b) och Schuster et al. (1981). Tyvärr kan metoden vara besvärlig om många prover behöver analyseras (Son et al., 2009).

2.9.2 Bestämning av alkoholhalt med ebulliometer

Enligt Iland et al. (2004b) kan alkoholstyrkan bestämmas med hjälp av en ebulliometer och metoden baseras då på variationen mellan kokpunkten av vatten och kokpunkten av alkohol. En *Dujardin-Salleron* ebulliometer används vanligast (Schuster et al., 1981). Sedan används en tabell för att läsa av alkoholhalten (Zoecklein et al. 1997). Tekniken är lätt att lära sig, det är en snabb metod som är tillräckligt exakt och har visat sig vara användbar för att bestämma alkoholhalten i vin. Metoden är inte lika exakt som den hydrometriska analysen (Iland et al., 2004b).

2.9.3 Analys av alkoholhalt med gaskromatografi

Med gaskromatografi kan etanol i utspädd vin skiljas från andra vinkomponenter. 2-propanol används som inre standard för att kvantitativt späda ut provet. Zoecklein et al. (1997) använder topparean av de två erhållna kromatografiska topparna och jämför med topparean för injektionen av en standard etanol-inre standard blandning.

2.9.4 Analys av alkoholhalt med NIR (Near Infrared Spectrometry)

Ett prov belyses med ljusenergi från en kontrollerad ljuskälla (700-2500nm). En detektor mäter mängden ljusenergi som reflekteras av provet vid specifika våglängder vilket beror på mängden absorberad energi. Iland et al. (2004b) använder de erhållna resultaten sedan till matematiska beräkningar och siffror från klassiska analyismetoder för tolkning.

2.9.5 Analys av socker med hydrometer

Schuster et al. (1981) föreslår att 100- 250 ml av provet överförs till en cylinder och däri sänks en hydrometer ner och flyter. Sedan kan nivån av socker avläsas (talet precis under

vätskenivån bör avläsas). Luftbubblor i provet bör undvikas och temperaturen på vätskan ska vara densamma som hydrometern är kalibrerad för. Iland et al. (2004b) påpekar att det är viktigt att använda en cylinder av rätt storlek, hydrometern får inte röra vid cylinderns väggar eller botten. Om temperaturen mäts på vätskan i samband med avläsningen kan en tabell används för att omvandla värdet till korrekt värde vid 20°C.



Bild 8. Hydrometer. Foto: Julia Lindén

2.9.6 Analys av socker med refraktometer

För mätningar i fält är en handhållen refraktometer användbar då druvorna kan pressas och en stor droppe juice placeras på refraktometerns glas. Locket stängs och sockernivån kan avläsas i °Brix (Schuster et al., 1981). En del refraktometrar har möjlighet att stabilisera temperaturen och automatiskt lägga till korrigeringsfaktorn, så att det erhållna värdet blir °Brix vid 20°C (Iland et al., 2004b).

Enligt Schuster et al. (1981) är en refraktometer mer användbar i vinodlingen, men under jäsningen är en hydrometer mer användbar.



Bild 9. Refraktometer. Foto: Julia Lindén



Bild 10. Användning av smidigare refraktometer som kan vara lätt att använda i vinodlingen. Foto: Anna Persson

2.9.7 Enzymatisk analys för socker, alkohol och syra

Vid enzymatisk analys beställs och levereras reagenterna i paketform. Ökning eller sänkning av absorbans som den enzymatiska reaktionen resulterar i mäts vid absorbansen 340nm. Mängden av den undersökta komponenten i vinet kan räknas ut från förändringen i absorbans före och efter tillsats av enzymet. Komponenter som kan mätas enzymatiskt är glukos och fruktos, ättiksyra, ammoniak, citronsyra, etanol, mjölksyra och L-äppelsyra (Iland et al., 2004b).

Formler för att räkna ut koncentrationerna (OIV, 2012):

För glukos: $C(\text{g/L})^1 = 0,417 \cdot \Delta A_G^2$

För fruktos: $C(\text{g/L}) = 0,420 \cdot \Delta A_F$

2.9.8 Analys av restsocker

Mot slutet av jäsningen finns det alltid en mindre mängd restsocker (glukos och fruktos) kvar då de inte använts av jästen, varav koncentrationen aldrig blir noll vid slutet. Att jäsningen är i slutskedet indikeras av konstanta värden på 2g/L restsocker. Noggrann analys av kvarvarande

¹ C = Koncentrationen

² A= Absorbansen

glukos och fruktos kan dock endast erhållas via HPLC eller enzymatisk analys (Iland et al. 2004b).

Clinitest® är tabletter som kan användas för att bestämma koncentrationen restsocker. När de tillsätts en mindre mängd vin sker en färgförändring och den nya färgen jämförs med en medföljande färgkarta, varefter koncentrationen bestäms. Detta är ett sätt att kontrollera att jäsningsen lider mot sitt slut och en mer noggrann analys bör genomföras efteråt (Iland et al. 2004b).

2.9.9 Analys av titrerbara syror och pH

Koncentrationen av syror i druvmust eller vin kan räknas ut med hjälp av mängden NaOH som krävs för att nå ekvivalenspunkten. Koldioxid (CO₂) bör avlägsnas innan mätning då det kan störa. Vanligtvis används en pH-mätare som är inställd på 8,2 som är nära ekvivalenspunkten för flertalet mustar och viner för att indikera när mätningen är slutförd. Automatiska titreringsmätare är lätta att använda då ett stort antal prover ska analyseras (Iland et al., 2004b).

Då ett medelvärde för mängden NaOH beräknats används följande formel för att räkna ut de titrerbara syrorna:

$$TA \left(\frac{g}{100ml} \text{vinsyra} \right) = \frac{ml \text{ NaOH} \cdot \text{molaritet NaOH} \cdot 0,075 \text{ (milliekvivalensfaktor)} \cdot 100}{ml \text{ prov}}$$



Bild 11. Automatisk titreringsmätare. Foto: Julia Lindén

2.9.10 HPLC-analys av syror, alkohol och fenoler

Enligt Iland et al. (2004b) är kromatografi en teknik för att separera komponenter i en blandning och alla kromatografi tekniker inkluderar en stationär fas och en mobil. För HPLC är det små sfäriska partiklar packade i en rostfri stål- eller plastkolonn som är den stationära fasen och vätskan är den mobila. Vätskan pumpas genom partiklarna i den stationära fasen vid högt tryck. Komponenter i blandningen kan separeras och en detektor vid slutet av kolumnen upptäcker komponenterna då de kommer ut ur kolumnen och producerar en elektrisk respons som är direkt relaterat till koncentrationen av komponenten. Tydliga, välseparerade och skarpa toppar tyder på en bra HPLC-separation. Höjden eller arean av topparna jämförs med referenskomponenter och deras koncentration kan bedömas och kvantifieras (Iland et al., 2004b).



Bild 12. HPLC. Foto: Julia Lindén

2.9.11 Analys av flyktiga syror

Enligt Iland et al. (2004b) kan förändringen i koncentrationen ättikssyra vara ett mått att ange flyktiga syror i vin. Under jäsningen bildas ättikssyra men koncentrationen blir sällan lägre eller högre än 0,5g/L, beroende på vilken jästsvampart som används.

De flyktiga syrorna kallas för flyktiga eftersom de kan ångdestilleras och därmed avlägsnas från de icke-flyktiga syrorna. De flyktiga syrorna samlas upp i en kolv och kan sedan bestämmas genom titrering med NaOH (natriumhydroxid). Exempel på anordningar som används för destillationen är *Markham Still*, *Cash Still* eller *Modified Cash Still*. Regelbundna

sensoriska analyser kan också underlätta att upptäcka bildandet av ättikssyra eller etylacetat (Iland et al., 2004b).

2.9.12 pH-mätning

Mätning av pH kan göras i samband med mätning av titrerbara syror. Enklare pH-mätare används vid mätning på druvor i vinodlingen. Viktigt att tänka på vid införskaffandet av en pH-mätare är att de går att kalibrera, har en kalibreringskontroll, temperaturanpassningskontroll och digital display (Iland et al., 2004).

2.9.13 Analys av totalfenoler med spektrofotometri

Från synligt och UV-spektrum kan fenolkomponenter i must och vin absorbera strålning. Därmed kan absorptionsavläsningar användas för att uppskatta koncentrationen av totalfenoler, men tyvärr saknas då uppskattning av de specifika fenolerna (Zoecklein et al., 1997).

3. Praktiska försök; jämförelse av några analysmetoder

För att jämföra några av analysmetoderna pressades vita och röda bordsdruvor (på grund av årstiden fanns endast det att tillgå) till druvmust och jästes sedan till vin. Ett vitt vin tillverkades och två olika röda, ett som jästes med skal, kärnor och fruktkött (macererades) och ett utan maceration. Mätningar utfördes på druvmusten direkt efter pressning och sedan under jäsningen upprepades mätningarna fyra gånger. Parametrar som mättes var sockerhalt (°Brix) med refraktometer, syra (titrerbara syror) och surhetsgrad (pH) med automatisk titreringsmätare.

3.1 Material

- Druvmust från 9,1 kg röda grekiska bordsdruvor
- Druvmust från 10,8 kg vita grekiska bordsdruvor
- Jästsvamp (*Saccharomyces cerevisiae*)
- Socker
- Äppelsyra (MERCK)
- Jäsrör
- Damejeanne av glas (volym 3 liter)
- Automatisk titreringsmätare från *ICEL*
- Digital refraktometer från *Schott instruments*

3.2 Metod

27/3 pressades druvorna och 28/3 påbörjades jäsningen genom tillsats av jästsvampen *Saccharomyces cerevisiae*. Inledande mätningar gjordes för att erhålla startvärden. Provtagningar gjordes 10 dagar senare så att jäsningen kommit väl igång och därefter upprepades mätningar ungefär varannan dag under en 7 dagars period för att följa förändringarna.

Med automatisk titreringsmätare mättes pH-värde och titrerbara syror. Titreringsmätaren

kalibrerades först och ställdes in på ekvivalenspunkten pH 8,3. Vinmust pipetterades upp, 10 ml, i en bägare och en magnetisk omrörare användes. Mätningen upprepades tre gånger. Mängden NaOH som gick åt vid varje mätning användes för att räkna ut koncentrationen titrerbara syror i provet med hjälp av formeln på sidan 29 i detta arbete. I samband med varje mätning avlästes även pH-värdet. Mätningarna upprepades tre gånger. Ett medelvärde per tre upprepningar prov räknades ut vid varje uttag av prov på vinmusten under jäsningen. På refraktometern som först kalibrerats med destillerat vatten placerades en liten mängd av musten på linsen och °Brix kunde mätas. Två mätningar per prov gjordes för att få fram ett medelvärde. Sista mätningarna gjordes den 18 april.

Tabell 1 Visar vad som ingick vid jäsningen. Hur stor vikt druvor som användes och hur mycket must som kunde pressas utav det. För att höja syran tillsattes äppelsyra och för att starta jäsningen tillsattes jäst och socker

	Vitt	Rött
Druvor (kg)	10,8	9,1
Must (liter)	5,4	4,2
Jäst (g)	2	2
Socker (g)	306,8	260
Äppelsyra (g/L)	12,3	5,9

Den 13 april bedömdes det att tillsats av ytterligare socker var nödvändigt i samtliga viner för att jäsningen skulle kunna fortskrida, till de båda röda vinmusterna tillsattes 205g socker och till den vita 235g socker.

3.3 Resultat

I samtliga vinmuster ökade Brix efter tillsatts av socker i samband med starten av jäsningen, likaså steg TA medan pH sjönk då även syra tillsattes. Brix sjönk efterhand som socker omvandlades till alkohol, sedan stiger det igen efter att socker har tillsatts en andra gång, för alla tre vinmuster. TA var relativt konstant under jäsningarna och pH förändrades något. Misstänkt felmätningar av pH den 13 april.

Ett välsmakande vin uppnåddes inte med försöket, men syftet var att främst använda analysmetoderna och se hur mätvärden förändrades under jäsningen. Tyvärr syntes inga tydliga skillnader mellan den röda vinmusten och den vita. Men vid starten tillsattes större mängd socker och syra till den vita musten.

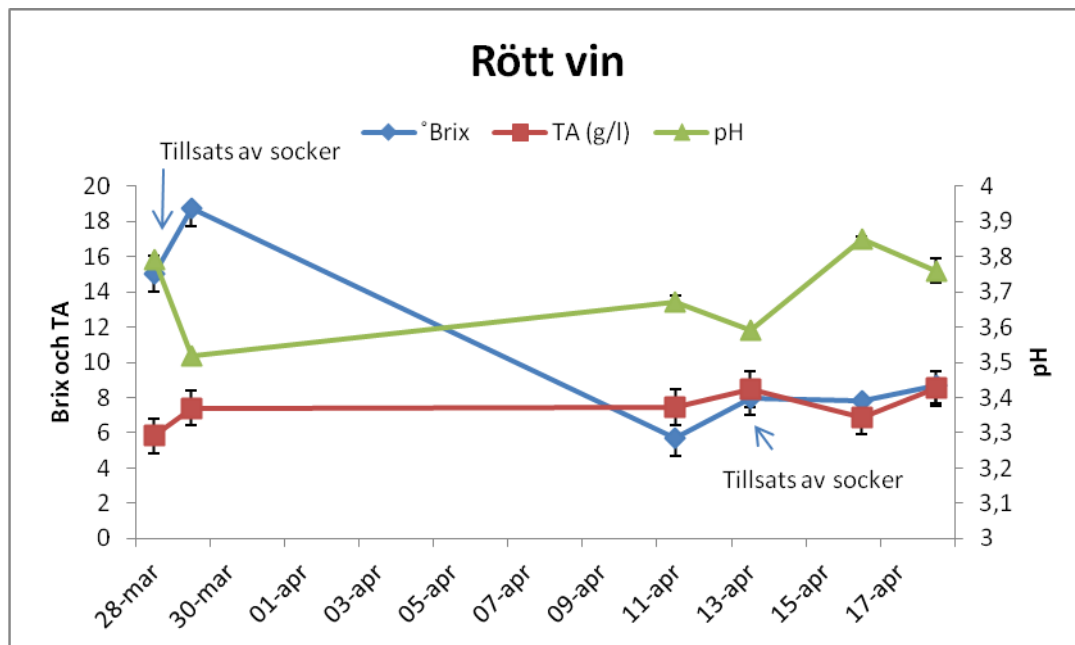


Diagram 1. Förändringar av sockerhalt (°Brix), syra (TA) och surhetsgrad (pH) under jäsningsprocessen av rött vin under perioden 28 mars - 18 april.

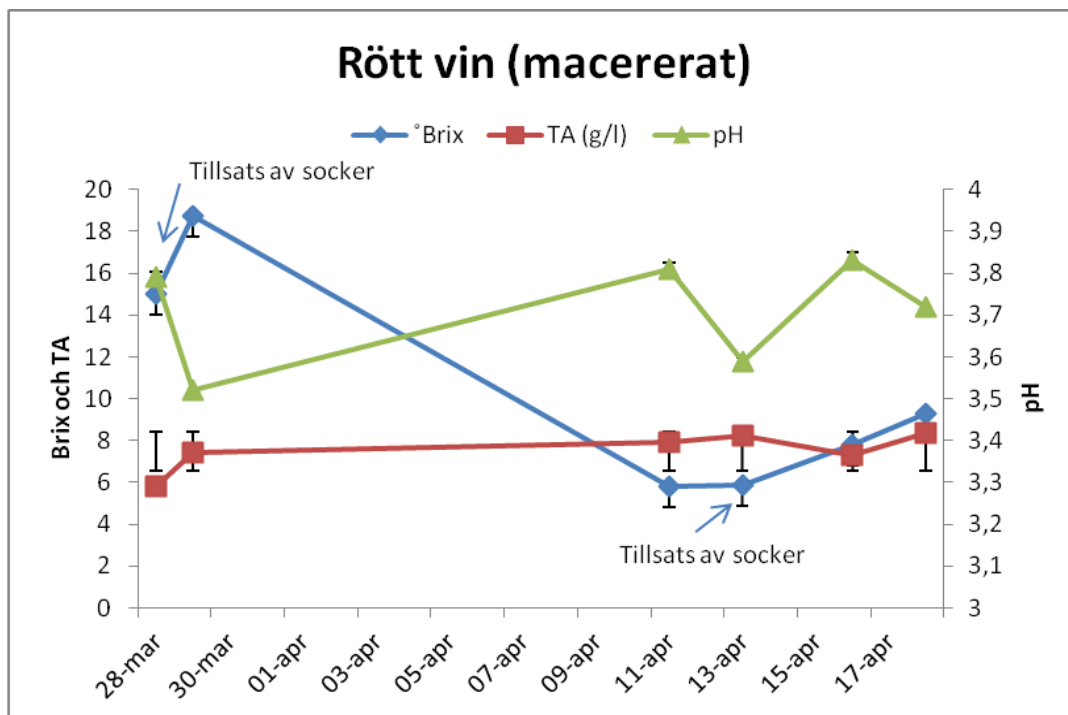


Diagram 2. Förändringar i sockerhalt (°Brix), syra (TA) och surhetsgrad (pH) under jäsningsprocessen av rött vin med maceration under perioden 28 mars – 18 april.

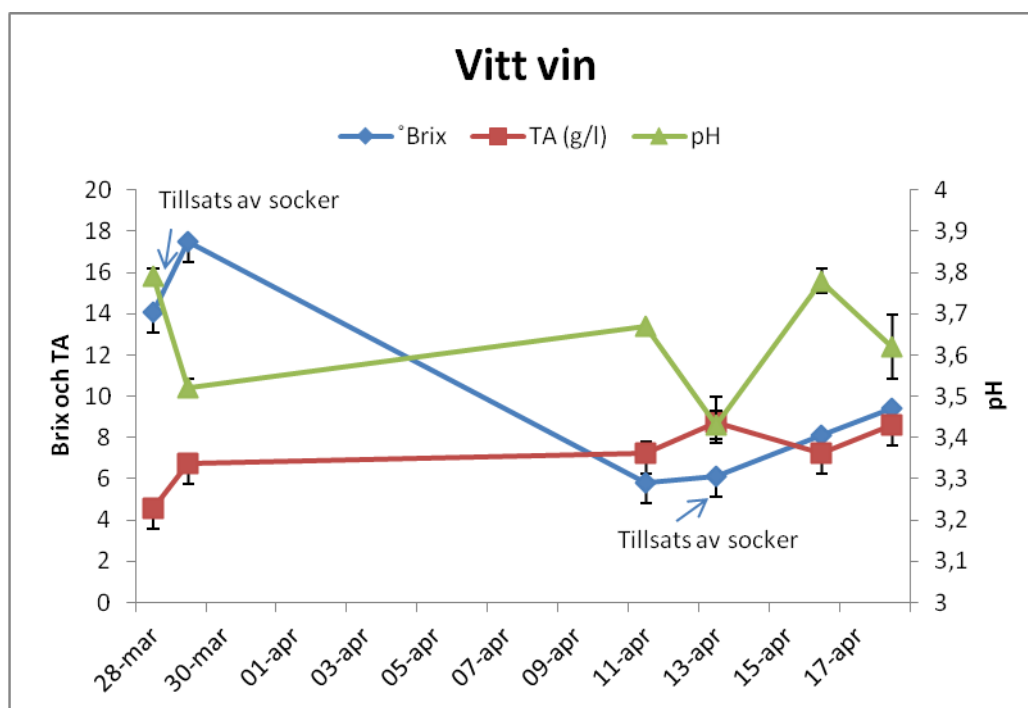


Diagram 3. Förändringar i sockerhalt (°Brix), syra (TA) och surhetsgrad (pH) under jäsningsprocessen av vitt vin under perioden 28 mars – 18 april.

4. Diskussion

Gemensamt för litteraturen som har studerats är att de alla påpekar vikten av att analysera druvorna och druvmusten före och under jäsningen för att kunna producera ett välsmakande vin. Druvorna och druvmusten måste analyseras strax innan skörd och vid skörd för att vinmakaren ska kunna bilda en uppfattning om vad för slags vin som kan tillverkas av dem och därmed överhuvudtaget vad för kvalitet som kan förväntas. Gundersen et al. (2010) menar att om analyserna utförs kontinuerligt och sedan jämförs kan det vara användbart för att kunna utläsa ett samband mellan olika år ifall något går fel eller blir väldigt bra.

Trots att flera menar att i ett kallare klimat som i Sverige kan inte en tillräcklig sockernivå uppnås på grund av för få soltimmar (Schuster et al. 1981), anser Gundersen et al. (2010) att i kallare klimat kan druvor med bättre socker- och syrabalans, kraftigare doft och en mer komplex smak skördas eftersom mognadsprocessen sträcker sig över fler veckor och kemiska processer i druvorna sker mer harmoniskt. Gundersen et al. (2010) menar också att syranivån i de druvor som odlas i Danmark uppnår samma nivå som druvor odlade i andra kalla klimat så som Nya Zeeland, Frankrike och Tyskland. Schuster et al. (1981) håller däremot med om att druvor som odlats i kallare klimat och därmed mognar under en längre period för att uppnå balans leder till viner med mer komplex smak.

I vinodlingen prioriteras smidighet, varav en refraktometer oftast används för att mäta °Brix eller °Öschle och sedan kan en potentiell alkoholhalt på det jästa vinet uppskattas och även skördedatum. I samband med det mäts också pH och totalsyra. pH kan mätas i fält med pH-mätare, men totalsyra mäts på laboratorium om det görs med en automatisk titreringsmätare. Mustens surhetsgrad visas av pH-värdet men de olika syrorna kan upplevas olika ”sura”. Enligt Gundersen et al. (2010) uttrycker pH innehållet av aktiv syra eller hur ”skarpa” syrorna är. Ett vin med lägre totalsyra kan vara syrligare än ett med högre, alltså är det viktigt att undersöka hur de olika syrorna förhåller sig till varandra. Syrornas förhållande har även inverkan på tillverkningsprocessen och därmed det slutliga vinet enligt Torstenson et al. (2009). Tillsats av vinsyra till druvjuicen kan vara ett sätt att höja kvaliteten hos vinet. Då vinsyra tillsätts tidigt hjälper den till att bibehålla ett lågt pH-värde, förstärka färgextraktion och därmed produceras en mer önskvärd produkt (Zoecklein et al. 1997). Mätning av totalsyra efter eventuell malolaktisk jäsning är också viktigt enligt Gundersen et al. (2010) för att sedan kunna finjustera totalsyran efter smak.

Jackson (2008) menar att det viktigaste beslutet som tas varje säsong är just skördedatumet. Egenskaperna hos de skördade druvorna sätter gränserna för den potentiella kvaliteten hos vinet. Det anser också Gundersen et al. (2010) och Schuster et al. (1981) som menar att det är under de sista veckorna innan full mognad som uppbyggnaden av tanniner, doft- och smakämnen i druvorna sker och då uppnår de olika sorterna sina karaktäristiska drag vilka är avgörande för vinets kvalitet.

Schuster et al. (1981) anser att syrahalten vid skörd bör vara 6-10 g/L vinsyra för att få en vinskärpa som är tillfredställande smakmässigt, medan högre nivåer vanligtvis leder till för syrlig smak. Det instämmer Gundersen et al. (2010) med då de anser att danska druvor bör ha koncentrationen 5-6 g/L vinsyra vid skörd. Normalt innehåller danska druvor 6-13 g/L totalsyra vid skörd men Gundersen et al. (2010) anser inte att man ska justera syranivån förrän efter den malolaktiska jäsningen eftersom syrainnehållet kan sjunka med jäsningen och förhoppningsvis sluta på 5-7 g/L totalsyra som är en bra nivå för rött vin. För vitt vin bör däremot socker- och syrahalten justeras innan jäsningen inleds, om musten innehåller mer än 11-12 g/L totalsyra. En bra nivå vid start är 7-12 g/L totalsyra och ett bra slutvärde är 6-7 g/L totalsyra (Gundersen et al. 2010).

Syrorna bibehåller ett lågt pH, och Lante et al. (2004) och Jackson (2008) menar att ett lågt pH-värde hos röda viner är avgörande för färgstabiliteten eftersom alltefter pH stiger förlorar antocyaner sin röda färg och blir blåaktiga. Vin med högt pH ($\geq 3,9$) är följaktligen väldigt mottagliga för oxidation och förlust av dess unga röda färg. Jackson (2009) menar även att viner med pH under 3,1 är för sura och de med pH över 3,7 uppfattas som platta. Att kontrollera pH kontinuerligt under jäsningen kan alltså vara en enkel guidning till vinets färg- och smakkvalitet.

Vid starten av jäsningen anser Jackson (2008) att om $\text{pH} \geq 3,4$ för druvmusten bör det sänkas innan för att positivt influera processen och undvika större justeringar efteråt, i synnerhet för vita viner. För viner odlade i kallare klimat krävs ofta en malolaktisk jäsning för att uppnå en bra kvalitet, men för att klara av det måste pH-värdet ligga runt 3,0 - 3,4 då jästkulturen inte fungerar under pH 3,0 enligt Torstenson et al. (2009).

Då sockerhalten uppmäts med refraktometer kan en alkoholhalt uppskattas på det färdiga vinet. Viktigt att komma ihåg är enligt Iland et al. (2004a) att bestämning av alkoholhalten efter sockerhalten endast är en uppskattning eftersom olika jästsvampar är olika effektiva på att omvandla till alkohol. En analys med HPLC bör utföras för mer exakta värden.

När jäsningen börjar närma sig slutet mäts koncentrationen restsocker och enligt Iland et al. (2004a) kan fermenteringen bedömas som slutförd då värdet är runt 2g/L eller lägre.

Enligt Zoecklein et al. (1997) är de viktigaste faktorerna som styr smaken i vin, kvantiteten och kvaliteten av tanniner, alkohol och syror. Sötman som uppfattas från alkohol, polysackarider och socker (om det är närvarande) måste balanseras med summan av syrlighet, bitterhet och strävhet. Ett förhållande som föreslås av Zoecklein et al. (1997) att ju lägre syrlighet desto fler tanniner kan vinet underhålla. Att kontrollera förhållandet mellan totala fenoler och antocyaner är enligt Zoecklein et al. (1997) viktigt, eftersom när antocyaner förekommer i högre halt kan det leda till att färgtonen förändras från rött till gult.

Att undersöka innehållet av tanniner i vinet kan enligt undersökningar av Tinkilic et al. (2001) ge detaljerad information om inte bara smaken, men också "shelf-life" det vill säga lagringspotentialen av vinet. Kontoudakis et al. (2011) menar att på grund av att antocyanerna är så ostabila och reaktiva ger det upphov till nya och mer stabila pigment under vinframställningen och lagringen av vinet.

Ett skäl att mer än en gång mäta totalfenolerna under vinjäsningen kan vara att även om de första mätvärdena har visat höga halter kan det vara olika lätt att urlaka dem från skalen från år till år (Torstenson et al., 2009)

5. Slutsats

Bland det viktigaste för en vinmakare är att kunna tyda resultaten av analysmetoderna för att kunna styra vinframställningen och kunna producera ett vin av bästa möjliga kvalitet. Både de enkla och de svåra metoderna är betydelsefulla. Till exempel kan de enklare metoderna vara viktiga vid bestämning av skördetidpunkt medan de mer avancerade är viktiga för att kunna förutspå vinets lagringsduglighet.

6. Referenser

- Anli, E., Vural, N., Demiray, S., Özkan, M., 2006, *Trans-reservatrol and Other Phenolic Compounds in Turkish Red Wines with HPLC*, Journal of Wine Research, 17:2, 117-125
- Banks, G., Overton, J. 2010, *Old World, New World, Third World? Reconceptualising the Worlds of Wine*, Journal of Wine Research, 21:1, 57-75
- Brossaud, F., Cheynier, V., Noble, A. C., 2001, *Bitterness and astringency of grape and wine polyphenols*, Australian Journal of Grape and Wine Research, 7:1. 33-39
- Budić-Leto, I., Gracin, L., Lovrić, T., Vrhovsek, U., 2008, *Effects of maceration conditions on the polyphenolic composition of red wine 'Plavac mali'*, Vitis 47 (4), 245-250
- Darias-Martin, J., Socas-Hernández, A., Díaz-Romero, C., Díaz-Díaz, E., 2003, *Comparative study of methods for determination of titrable acidity in wine*, Journal of Food Composition and Analysis, 16, 555-562
- Gundersen, J.M., Gensbøl, B., 2010, *Vinavl i Danmark*, andra upplagan, Gyldendal i samarbete med Foreningen af Danske Vinavlere, ISBN: 978-87-02-05947-2
- Hansson, A. 2006, *Marknadsöversikt vin*, Marknadsenheten: Jordbruksverket rapport 2006:16
- Iland, P., Bruer, N., Ewart, A., Markides, A., Sitters, J., 2004, *Monitoring the winemaking process from grapes to wine techniques and concepts*, Patrick Iland Wine Promotions Pty Ltd, ISBN: 0-9581605-2-X (a)
- Iland, P., Bruer, N., Edwards, G., Weeks, S., Wilkes, E., 2004, *Chemical analysis of grapes and wine: techniques and concepts*, Patrick Iland Wine Promotions Pty Ltd, ISBN: 0-9581605-1-1 (b)
- Jackson, R. S. 2008, *Wine Science – Principles and Applications*, Third edition, Academic Press an imprint of Elsevier, Canada, ISBN: 978-0-12-373646-8
- Kontoudakis, N., González, E., Gil, M., Esteruelas, M., Fort, F., Canals, J. M., Zamora, F., 2011, *Influence of Wine pH on Changes in Color and Polyphenol Composition Induced by Micro-oxygenation*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59, 1974-1984

- Lante, A., Crapisi, A., Lomolino, G., Spettoli, P., 2004, *Chemical parameters, biologically active polyphenols and sensory characteristics of some Italian organic wines*, Journal of Wine Research, 15:3, 203-209
- Lonvaud-Funel, A., 1999, *Lactic acid bacteria in the quality improvement and depreciation of wine*, Antoine van Leeuwenhoek, Volume 76, 317-331
- Margalit, Y., 2004, *Concepts in Wine Chemistry*, Second edition, The Wine Appreciation Guild, ISBN: 1-891267-74-4
- OIV, *Compendium of International methods of Wine and Must analysis*, International organization of Vine and Wine, Edition 2012, Volym 1
- Robichaud, J. L., Noble, A. C., 1990, *Astringency and bitterness of selected phenolics in wine*, Journal of the Science of Food and Agriculture, 53, 343-353
- Schuster, D., Jackson, D., 1981, *The Production of Grapes & Wine in Cool Climates*, published 1987, Butterworths of New Zealand (Ltd), ISBN 0 409 78784 1
- Son, H.S., Hong, Y.S., Park, W.M., Yu, M.A., Lee, C.H., 2009, *A novel approach for estimating sugar and alcohol concentrations in wines using refractometer and hydrometer*, Journal of Food Science, 74:2, 106-111
- Tinkilic, N., Uyanik, A., 2001, *Spectrophotometric determination of the tannin contents of various Turkish black tea, beer and wine samples*, International Journal of Food Sciences and Nutrition, 52, 289-294
- Torstenson, L., Pappinen, L., 2009, *Odla och tillverka vin*, andra upplaga, Pagina förlag AB
- Winkler, A. J., Cook, J.A., Kliewer, W. M., Lider, L. A., 1997, *General Viticulture*, originally published 1962, University of California Press, ISBN: 0-520-02591-1
- Zoecklein, B. W., Fugelsang, K. C., Gump, B. H., Nury, F. S., 1997, *Wine Analysis and Production*, Chapman & Hall, Inc., New York, ISBN 81-239-0518-1

7. Bilagor

7.1 Möjliga attribut hos druvor som kan bedömas

(Iland et al., 2004a):

- Druvornas medelstorlek
- Grad av skrumpning hos druvorna
- Hur pass deformerade druvorna är
- Färg
- Texturen på fruktköttet
- Socker och syra balansen
- Druvornas arom och intensitet
- Druvjuice och skal arom och intensitet
- Skalets tjocklek/textur/strävhet
- Frönas färg/hårdhet/arom/strävhet
- Druvornas smakkvalitet

7.2 Möjliga attribut hos druvor som kan bestämmas med fysisk eller kemisk analys

(Iland et al., 2004a):

- Druvornas medelvikt
- Medelvikt för frön; % frösvikt
- Medelvikt för skal; % skalvikt
- Medelvikt för fruktkött; % fruktköttsvikt

- °Baumé eller °Brix för druvjuicen
- pH och titrerbar syra för druvjuicen
- Terpenkoncentration
- Assimilerbart kväve för jästsvamparna
- Färg
- Druvornas glykosyl glukos